

# МАШИНОБУДУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

УДК.621.88

П.Кривий, канд. техн. наук; А.Сеник

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

## ТЕХНОЛОГІЧНЕ СПОРЯДЖЕННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗГОРТНИХ ВТУЛОК

*Запропоновано конструкцію технологічного спорядження для формування згортних втулок, яка забезпечує підвищену точність форми циліндричної поверхні, періодичний поворот фільтер після кожного калібрування втулки і підвищує їх стійкість. Розглянуто різні варіанти механізмів повороту фільтер. Подані залежності для налагоджування механізмів повороту в залежності від заданого кута.*

### Умовні позначення

$a$	– дезаксіал;
$ВКП$	– верхнє крайнє положення штока;
$НКП$	– нижнє крайнє положення штока;
$D, d$	– відповідно зовнішній і внутрішній діаметр;
$H_{em}$	– висота втулки;
$l$	– довжина шатуна;
$k_1$	– відношення довжини шатуна до радіуса кривошипа;
$k_2$	– відношення величини дезаксіалу до радіуса кривошипа;
$L_1$	– переміщення оправки від вихідного положення вправо;
$L_2$	– повний робочий хід оправки;
$L_3$	– переміщення оправки від вихідного положення вліво;
$L_4$	– переміщення шибера і штока;
$L_5$	– величина переміщення штовхача карточки;
$r_d$	– радіус діляльного кола рейкової шестерні;
$r_{с. в.}$	– середній радіус втулки;
$r_{к.р.}$	– радіус кривошипа;
$y, y_{\omega}, y_{\theta}, y_{\varphi}, y_{\psi}, y_{\delta}$	– значення налагоджувальних зазорів відповідно для варіантів механізмів повороту фільтер;
$\varphi$	– кут повороту фільтер.

Згортні втулки на виготовлення яких витрачається тисячі тон високоякісного прокату і які масово застосовуються у виробництві приводних роликівих і втулкових ланцюгів, виготовляються за традиційними технологіями, що передбачають згортку втулок та їх багатократне калібрування. Проте існуючі технологічні процеси не забезпечують належної точності форми згортних втулок [1].

Основною причиною незабезпечення заданої точності форми є недосконалість конструкції існуючого технологічного спорядження, на якому здійснюється формоутворення і калібрування згортних втулок [3], а саме наявність прямолінійного транспортного каналу, спряженого із циліндричним каналом, і відсутність механізму повороту калібруючих фільтер. Такі конструктивні особливості технологічного спорядження призводять, по-перше, до утворення прямолінійної ділянки в поперечному січенні втулки, а, по-друге, до зниження стійкості калібруючих фільтер внаслідок того, що вони сприймають при калібруванні ударні навантаження завжди в одному місці. Дослідження спрацювання шарнірів приводних ланцюгів створених згортними втулками і валиками [2] показали значну залежність між інтенсивністю зношування і точністю форми згортних втулок.

Тому створення технологічного спорядження, яке забезпечувало би необхідну точність форми згортних втулок і підвищену зносостійкість шарнірів приводних ланцюгів та стійкість твердосплавних калібруючих фільтер, є актуальною задачею.

Розроблена конструкція технологічного спорядження показана на рис. 1, 2: в корпусі 1 виконаний ступінчатий циліндричний канал 2 (рис. 1), який спряжений з транспортним каналом 3, виконаний криволінійним з постійною кривизною певного радіуса. На корпусі змонтований накопичувач 7, в прямолінійний вертикальний канал якого встановлені шибер 10 і горизонтальний штовхач карточок 6. В ступінчатому циліндричному каналі 2 корпусу 1 встановлена циліндрична оправка 4, яка виконана ступінчатою з можливістю осевого переміщення і тоншим кінцем спряжена з отвором, що розміщений в опорі 23. Осесиметрично ступінчатому циліндричному каналу 2 встановлений ступінчатий стакан 14, в якому фіксуються калібруючі фільтери 11 і 13, розділені шайбою 12, які від осевого переміщення зафіксовані одним із торців каналу, а з другого боку, через шайбу 15, - внутрішнім торцем накидної штопорної гайки 18. Пристрій споряджений різними механізмами повороту фільтер, один з яких виконаний у вигляді кривошипно-шатунного механізму, а другий – рейкового.

На ступінчатому стакані жорстко встановлене храпове колесо 19 і вільно посаджений важіль 20, на довшому плечі якого виконаний паз, де встановлюється камінь 31. Камінь від осевого переміщення зафіксований затискним гвинтом 32 і спряжений з підпружиненим повзуном 28, в якому виконані різеві отвори, в один із яких загвинчується гвинт 29. З іншого боку на важелі встановлена підпружинена лапка 16. Важіль від осевого переміщення фіксується гайкою 21. На торці стакана у вигляді пластин закріплені знімачі 22 втулок. На штопорній гайці 18 закріплена фіксуюча лапка 17.

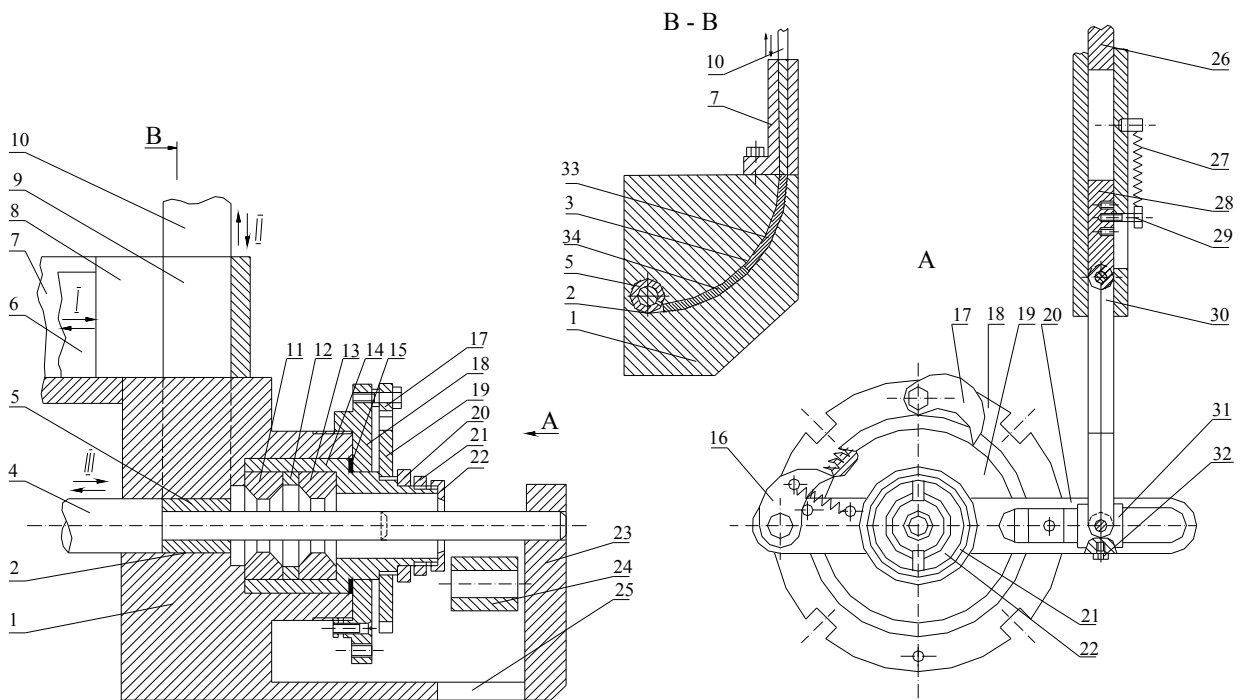


Рис. 1. Пристрій для формування і калібрування згортних втулок з храповим механізмом повороту фільтер

Рейковий механізм повороту фільтер (рис. 2) має таку будову. На ступінчатому стакані 1 встановлюється муфта обгону, яка складається із зовнішньої обойми 2, що за допомогою шпонки з'єднана з стаканом 1, ролика 3 і внутрішньої обойми 4, на якій за допомогою шпонкового з'єднання встановлена шестерня 5. Шестерня 5 від осевого переміщення зафіксована гайкою 6, а муфта обгону фіксується гайкою 7. Шестерня 5 входить в зачеплення з рейкою 9, на якій запресований шток 8.

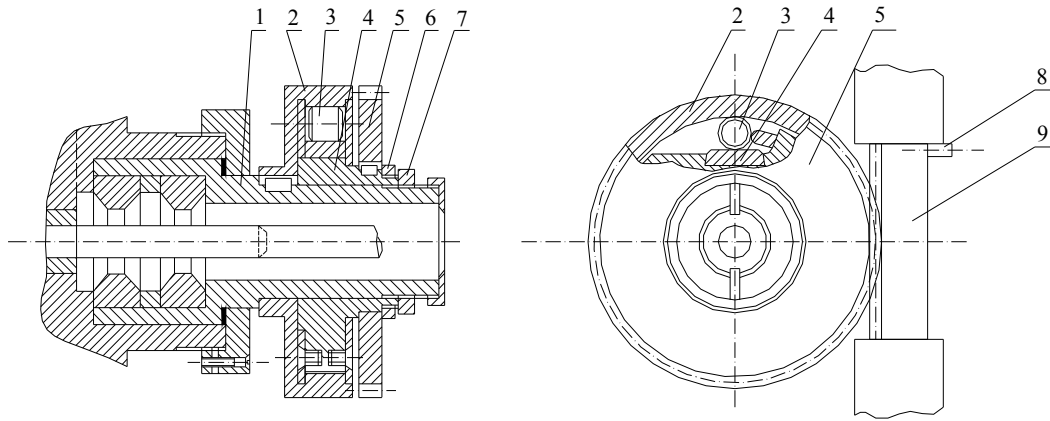


Рис. 2. Конструктивна схема рейкового механізму повороту фільтр

Конструктивні схеми механізмів повороту калібруючих фільтр подані на рис. 3.

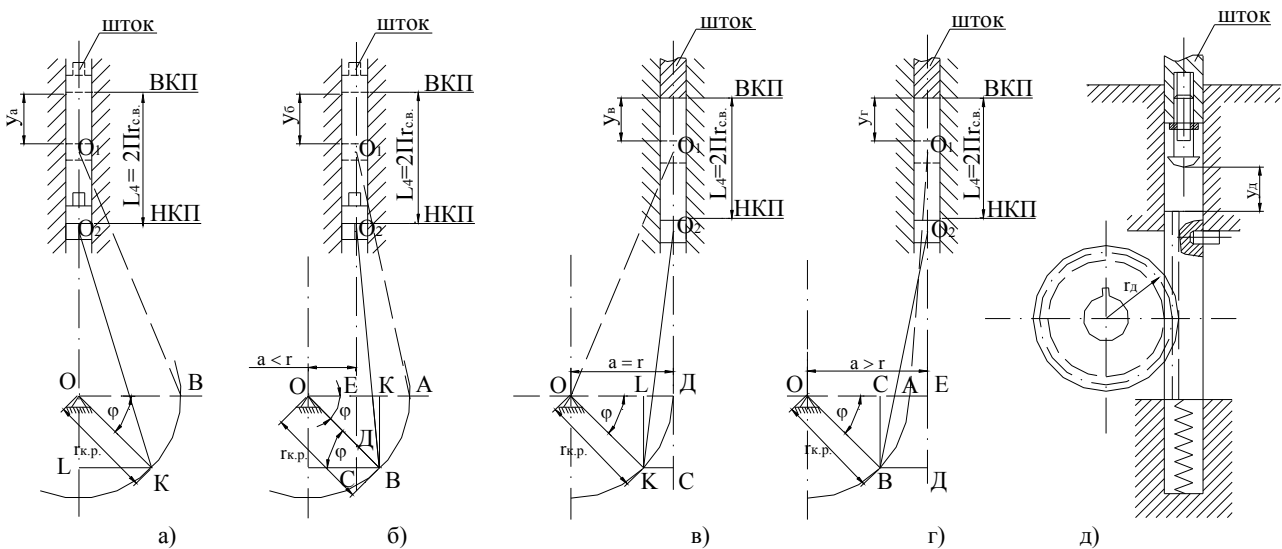


Рис. 3. Розрахункові схеми для визначення налагоджуваного розміру  $y$ :  
 а), б), в), г) – відповідно для кривошипно-повзунних механізмів повороту фільтр при наступних співвідношеннях їх конструктивних параметрів:  
 $a = 0$  (аксіальний),  $a < r_{к.р.}$ ,  $a = r_{к.р.}$  і  $a > r_{к.р.}$  (дезаксіальний);  
 д) – для рейкового механізму повороту фільтр.

Перед роботою технологічного спорядження здійснюють його налагоджування. У вихідному стані шибер 10 знаходиться у крайньому верхньому положенні. Шибер 10 переміщують вертикально вниз на величину, рівну довжині карточки 9 і подають її у криволінійний канал 3. Після цього шибер 10 піднімають у КВП. Горизонтальний подавач 6, переміщуючись вправо, подає наступну карточку у крайнє праве положення під шибер 10 і відходить у крайнє ліве положення. Шибер переміщуючись вертикально вниз, подає наступну карточку у криволінійний канал 3. Карточка, діючи на попередню, переміщує останню в каналі на певне положення. Шибер, 10 відходить у крайнє верхнє положення. Таким чином, радіусний канал 3 стає заповнений карточками 33 і 34. Налагоджується і механізм повороту фільтр, де встановлюється відповідна величина  $y$  в залежності від заданого кута повороту фільтери. Величина  $y$  визначається за відповідними формулами.

Принцип роботи технологічного спорядження пояснюється рис. 1, 2 і схемою циклограми роботи, поданою на рис. 4.

Горизонтальний штовхач 6 подає карточку 8 на величину  $L_5 = H_{вт}$  в праве крайнє положення під шибер 10 і відходить у крайнє ліве положення. Шибер 10, переміщуючись із КВП в КНП, подає карточку на величину  $L_4 = 2\pi r_{с.в.}$ , де  $r_{с.в.} = \frac{D+d}{4}$ , вертикально вниз, яка, діючи на карточку 33, переміщає карточку 34 в циліндричний канал 2 і при цьому формує циліндричну поверхню втулки 5. Одночасно з початком руху шибера 10 вниз починає рухатись із КВП вниз шток 26, який, пройшовши певну відстань  $y$ , починає діяти на повзун 28, що з'єднаний із шатуном 30, який через камінь 31 діє на довше плече важеля 22 і приводить його в обертовий рух, а через підпружинену лапку 16, що є в зачепленні з храповим колесом 19, повертає його разом із калібруючими фільерами на певний кут  $\varphi$ . При цьому повороті фіксує лапка 17 проскакує по зубам храпового колеса. В процесі формування втулки ступінчата оправка 4 знаходиться у центральному нерухомому положенні. При русі шибера 10 і штока 26 у КВП пружина 27 переміщає повзун 28 вгору і через шатун 30 приводить в обертовий рух важіль 20, при цьому фіксує лапка 17 штопорить храпове колесо 19, а лапка 16 проковзує по зубам храпового колеса і стає у попереднє положення. В момент початку переміщення шибера 10 у верхнє положення починає рухатись вправо ступінчата оправка 4 і переміщується на величину  $L_1$ . При цьому згортна втулка 5 транспортується через фільери 11 і 13, де проходить калібрування, а оправка переміщується у праве крайнє положення. Після цього здійснюється рух оправки вліво на величину  $L_2$ . Втулка 5 при переміщенні оправки 4 вліво впирається лівим своїм торцем у знімач 22, стає нерухомою щодо до знімача 22, і при переміщенні оправки у ліве крайнє положення оправка 4 виходить із контакту з каліброваною втулкою 5, яка через вікно 25 падає в тару. Оправка 4 переміщується вправо у центральне положення на величину  $L_3$  і на певний час стає нерухомою.

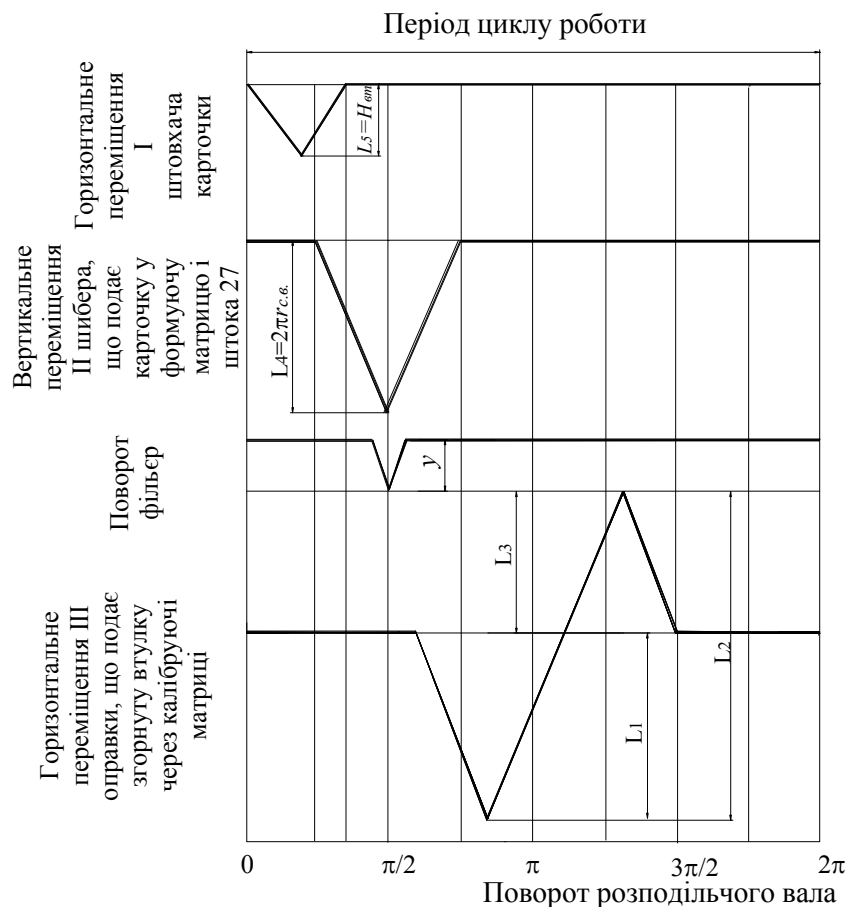


Рис. 4. Схема циклограми роботи пристрою

Рейковий механізм повороту калібруючих філь'єр (рис. 2) працює наступним чином. Рейка 9, що знаходиться в зачепленні з шестернею 5, при переміщенні вниз повертає шестерню 5 і через муфту обгону повертає стакан 1 і фільєри на певний кут  $\varphi$ . Коли рейка 9 переміщується у верхнє положення, ролик 3 розклинює обойми 2 і 4. Внутрішня обойма 4 і шестерня 5 повертаються у зворотньому напрямку, а зовнішня обойма 2 і стакан 1 залишаються нерухомими.

Далі процес повторюється.

Налагоджування пристрою, виконаного за п'ятьма варіантами на заданий кут повороту фільєр, пояснюється розрахунковими схемами, поданими на рис. 3 і полягає у визначенні величини  $y$  і встановленні відповідного взаємного розміщення штока і повзуна або штока і рейки.

Для варіанту кривошипно-повзунного аксіального ( $a = 0$ ) механізму повороту фільєр, що поданий розрахунковою схемою на рис. 3 а, налагоджувальний зазор  $y_a$  визначається із залежності:

$$y_a = 2\pi r_{c.v.} - O_1O_2. \quad (1)$$

Визначивши з трикутників  $O_1OB$  і  $OLK$  величини  $O_1O$ ,  $O_1L$  та ввівши співвідношення, що  $k_1 = \frac{l}{r_{к.р.}}$ , і наклавши умову, що  $k_1 > 1$  після спрощення, отримаємо:

$$y_a = 2\pi r_{c.v.} - r_{к.р.} (\sqrt{k_1^2 - 1} + \sin \varphi \pi / 180^\circ - \sqrt{k_1^2 - \cos^2 \varphi \pi / 180^\circ}). \quad (2)$$

Для варіанту кривошипно-повзунного дезаксіального ( $a < r_{к.р.}$ ) механізму повороту фільєр, що поданий розрахунковою схемою на рис. 3 б, налагоджувальний зазор  $y_b$  визначається із залежності:

$$y_b = 2\pi r_{c.v.} - O_1O_2. \quad (3)$$

Визначивши з трикутників  $OKB$  і  $O_1EA$ , величини  $O_1C$ ,  $O_2C$  та ввівши співвідношення, що  $k_2 = \frac{a}{r_{к.р.}}$ , після спрощення будемо мати:

$$y_b = 2\pi r_{c.v.} - r_{к.р.} (\sqrt{k_1^2 - 1 + 2k_2 - k_2^2} + \sin \varphi - \sqrt{k_1^2 - k_2^2 + 2k_2 \cdot \cos \varphi - \cos^2 \varphi}). \quad (4)$$

Величину налагоджувального зазору  $y_b$  для варіанту дезаксіального ( $a = r_{к.р.}$ ) механізму повороту фільєр визначимо, скориставшись розрахунковою схемою поданою на рис. 3 в:

$$y_b = 2 \pi r_{c.v.} - O_1O_2. \quad (5)$$

Визначивши з трикутників  $OLK$  і  $O_2CK$  величини  $O_2C$  та  $O_1C$ , після спрощення отримаємо:

$$y_b = 2\pi r_{c.v.} - r_{к.р.} (k_1 + \sin \varphi \pi / 180^\circ - \sqrt{k_1^2 - (1 - \cos \varphi \pi / 180^\circ)^2}); \quad (6)$$

Величину налагоджувального зазору  $y_c$  для варіанту дезаксіального ( $a > r_{к.р.}$ ) механізму повороту фільєр визначимо із наступних міркувань, скориставшись розрахунковою схемою, поданою на рис. 3 г:

$$y_c = 2 \pi r_{c.v.} - O_1O_2. \quad (7)$$

Визначивши з трикутників  $OCB$  і  $O_1EA$  величини  $O_1D$  та  $O_2D$ , після спрощення отримаємо:

$$y_{\varepsilon} = 2\pi r_{c.v.} - r_{k.p.} (\sqrt{k_1^2 - k_2^2 + 2k_2 - 1 + \sin \varphi} - \sqrt{k_1^2 - k_2 + 2k_2 \cdot \cos \varphi - \cos^2 \varphi}); \quad (8)$$

Величина налагоджувального зазору  $y_{\delta}$  для варіанта рейкового механізму повороту фільєр, що поданий розрахунковою схемою на рис. 3 д, з величиною радіуса дільного кола рейкової шестерні, рівною  $r_{\delta}$ , визначиться за формулою:

$$y_{\delta} = 2\pi r_{c.v.} - r_{\delta} \cdot \pi \varphi / 180^{\circ} \quad (9)$$

Аналіз отриманих залежностей (2), (4), (6), (8) для визначення параметру налагоджування пристрою при невеликих значеннях кута повороту фільєр ( $\varphi < 5^{\circ}$ ), коли  $\cos \varphi \rightarrow 1$ , а  $\sin \varphi \rightarrow 0$  показує, що величина  $y$  практично не залежить від варіантів механізму повороту.

**Висновок.** Таким чином, запропонована конструкція технологічного спорядження і отримані залежності для налагодження механізмів повороту фільєр дають можливість отримувати згортні втулки підвищеної точності форми і забезпечувати підвищену стійкість калібруючих фільєр та підвищену зносостійкість шарнірів приводних ланцюгів.

В перспективі для вирішення питання оптимізації конструктивних параметрів кривошипно-шатунного механізму необхідно здійснити кінетостатичний і динамічний аналіз запропонованих варіантів механізму повороту фільєр, що буде мати практичну цінність для виробництва.

*The construction of the technological equipment for the screw-on bushing formation, which provides the greater accuracy of the cylinder surface form, periodic rotation after each bushing calibration and raises its reliability, is suggested. Different ways of the rotations mechanisms are analysed. Dependencies of the rotation mechanisms adjustment depending on the given angle are presented.*

### Література

1. Дубыняк С. А., Кривый П. Д., Куцевич А. В. Исследование макрогеометрии свертных втулок и ее влияние на износостойкость приводных цепей // Цепные передачи и приводы. Сб. научн. трудов. – Краснодар: изд. КПИ. - № 4. - 1988. – С. 57-68.
2. Кривый П.Д. Работоспособность приводных роликовых и втулочных цепей с ориентированными свертными втулками: Автореф. дис. канд-та техн. наук: 05.02.02 / Львов. политех. ин-т. – Львов, 1990. – 18 с.
3. Устройство для изготовления втулок из листовых заготовок: А.с. № 615987 СССР. МКИ. В21D5/10/ Б.И. Марасин, Н.Ф. Еременко и В.М. Егоров - № 2422679/25-27; Заявлено 23.11.76; Оpubл. 25.07.78, Бюл. № 27. – 3с. ил.

Одержано 13.12.2003 р.